MẠCH ĐIỆN TỬ & KỸ THUẬT SỐ

Mã học phần: VLH704

Số tín chỉ: 3LT

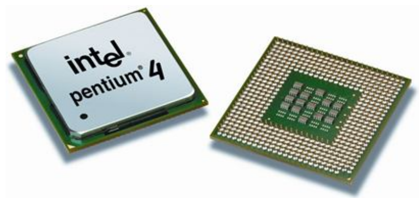
Thời gian: 45 tiết

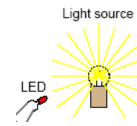
Tài liệu tham khảo:

1. **Nguyễn Hữu Phương, "Mạch Số", Nhà xuất bản thống kê, 2001.**
2. **Ronald J. Tocci, "Digital Systems: principles and applications", Prentice-Hall international, Inc.**

Nội dung:

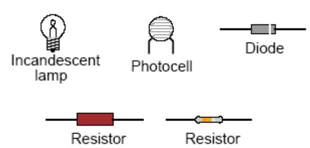
- Hệ thống số đếm & khái niệm về mã
- Cổng logic & đại số Boolean
- Flip-Flop (FF)
- Mạch thanh ghi
- Mạch đếm
- Biến đổi mã hiệu
- Bộ đa hợp & giải đa hợp
- Bộ biến đổi A/D &D/A





HỆ THỐNG SỐ ĐẾM VÀ KHÁI NIỆM VỀ MÃ

I. Mạch tương tự và mạch số



Mạch tương tự:

Mạch tương tự (mạch Analog) xử lý các tín hiệu tương tự (là tín hiệu có biên độ biến thiên liên tục theo thời gian). Việc xử lý bao gồm các vấn đề: chỉnh lưu, khuếch đại, điều chế, tách sóng.

Nhược điểm:

Chống nhiễu thấp (nhiễu dễ xâm nhập)

Phân tích, thiết kế mạch phức tạp

Mạch số:

Mạch số (mạch Digital) xử lý các tín hiệu số (là tín hiệu có biên độ biến thiên không liên tục theo thời gian hay rời rạc thời gian), nó được biểu diễn dưới dạng sóng xung với 2 mức điện thế cao và thấp mà tương ứng với 2 mức điện thế này là 2 mức logic của mạch số. Việc xử lý bao gồm các vấn đề: lọc số, điều chế số, giải điều chế số, mã hóa, giải mã, …

Một số ưu điểm của mạch số:

- Đơn giản, dễ hiểu
- Dễ phân tích, thiết kế
- Độ chính xác cao, ít ảnh hưởng bởi nhiễu
- Khả năng lưu trữ, truyền tải
- Dễ tạo mạch tích hợp
- Hoạt động có thể lập trình.

Vì vậy, hiện nay mạch số được sử dụng khá phổ biến trong tất cả các lĩnh vực: đo lường số, truyền hình số, điều khiển số, ...

II. Hệ thống số đếm

- Hệ đếm là tập hợp các phương pháp gọi và biểu diễn các con số bằng các ký hiệu có giá trị số lượng xác định gọi là chữ số
- Hệ đếm chia làm 2 loại:

  - Hệ đếm theo vị trí: là hệ đếm mà trong đó giá trị số lượng của chữ số còn phụ thuộc vào vị trí của nó đứng trong con số

    VD: 1991 (hệ thập phân)

    1111(hệ nhị phân)

  - Hệ đếm không theo vị trí: là hệ đếm mà trong đó giá trị số lượng của chữ số không phụ thuộc vào vị trí của nó đứng trong con số

    VD: Hệ La mã I, II, III, …, X, L, C, D, M

    1987 = MCMLXXXVII

III. CƠ SỐ - CHUYỂN ĐỔI CƠ SỐ

- Bất cứ một số nguyên dương R (R>1) đều có thể được chọn làm cơ số cho một hệ thống số.
- Nếu hệ thống có cơ số R thì các số từ 0 đến (R-1) được sử dụng.

  Ví dụ: nếu R=8 thì các chữ số cần thiết là 0,1,2,3,4,5,6,7.

Các hệ thống cơ số thông dụng trong kỹ thuật số:

- Thập phân (cơ số 10).
- Nhị phân (cơ số 2).
- Bát phân (cơ số 8).
- Thập lục phân (cơ số 16).

Hệ thập phân (Decimal system)

Để diễn tả một số thập phân lẻ người ta dùng dấu chấm thập phân để chia phần nguyên và phần phân số.

Ý nghĩa của một số thập phân được mô tả như sau:

$\times 10^3$	$\times 10^2$	$\times 10^1$	$\times 10^0$		$\times 10^{-1}$	$\times 10^{-2}$	$\times 10^{-3}$
= 1000	= 100	= 10	= 1	.	= 0.1	= 0.01	= 0.001
Số có nghĩa lớn nhất (MSD)				Dấu chấm thập phân			Số có nghĩa nhỏ nhất (LSD)

Ví dụ: Số 872.518

$$872.518 = 8x10^2 + 7x10^1 + 2x10^0 + 5x10^{-1} + 1x10^{-2} + 8x10^{-3}$$

Hệ nhị phân (Binary system)

Trong hệ thống nhị phân (binary system) chỉ có hai giá trị số là 0 và 1. Nhưng có thể biểu diễn bất kỳ đại lượng nào mà hệ thập phân và hệ các hệ thống số khác có thể biểu diễn được, tuy nhiên phải dùng nhiều số nhị phân để biểu diễn đại lượng nhất định.

Tấc cả các phát biểu về hệ thập phân đều có thể áp dụng được cho hệ nhị phân. Hệ nhị phân cũng là hệ thống số theo vị trí. Mỗi nhị phân đều có giá trị riêng, tức trọng số, là luỹ thừa của 2.

Ví dụ 1:

1101 $= 1x2^3 + 1x2^2 + 0x2^1 + 1x2^0$

$= 8 + 4 + 0 + 1 = 13$

Hệ nhị phân (Binary system)

Để biểu diễn một số nhị phân lẻ ta cũng dùng dấu chấm thập phân để phân cánh phần nguyên và phần lẻ.

2^3	2^2	2^1	2^0		2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}
= 8	= 4	= 2	= 1	.	= 1/2	= 1/4	= 1/8
1	1	0	0	.	1	0	1
MSB				Dấu chấm thập phân			LSB

Giá trị vị trí

Số nhị phân

Ví dụ 2:

$1100.101_2 = (1x\ 2^3) + (1x\ 2^2) + (0x2^1) + (0x2^0) + (1x2^{-1}) + (0x2^{-2}) + (1x\ 2^{-3})$

$= 8 + 4 + 0 + 0 + 0.5 + 0 + 0.125$

$= 12.125$

Đổi từ cơ số d sang cơ số 10:

Về phương pháp: khai triển con số trong cơ số d dưới dạng đa thức theo cơ số của nó.

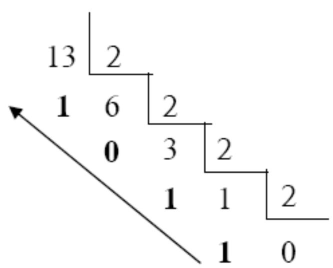
VD: 1101, đổi sang thập phân là

$$1101_{(2)}=1.2^3 + 1.2^2 + 0.2^1 + 1.2^0 = 13_{(10)}$$

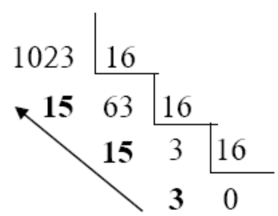
Đổi từ cơ số 10 sang cơ số d:

Về phương pháp: lấy con số trong cơ số chia liên tiếp cho cơ số d đến khi nào thương bằng không.

Ví dụ:



$A_{(10)}=13 \rightarrow A_{(2)}=1101$



$A_{(10)}=1023 \rightarrow A_{(16)}=3FFH$

Kết luận: Gọi d_1, d_2, ...,d_n lần lượt là dư số của phép chia số thập phân cho cơ số d lần thứ 1, 2, 3, 4, ..., n thì kết quả sẽ là $d_n d_{n-1} d_{n-2}$ .. d_1, nghĩa là dư số sau cùng là bít có trọng số cao nhất (MSB), còn dư số đầu tiên là bít có trọng số nhỏ nhất (LSB).

➢ Chuyển số bát phân sang số thập phân:

Ví dụ: $(24.6)_8 = 2.8^1 + 4.8^0 + 6.8^{-1} = (20.75)_{10}$

➢ Chuyển số thập phân sang bát phân:

Ví dụ: đổi $(266)_{10}$ sang hệ bát phân

$$\frac{266}{8} = 33 \quad + \text{ số dư } 2$$

$$\frac{33}{8} = 4 + \text{ số dư } 1$$

$$\frac{4}{8} = 0 \quad + \text{ số dư } 4$$

$$266_{10} = \boxed{412_8}$$

➢ Chuyển số bát phân sang số nhị phân:

Phương pháp: Biến đổi mỗi chữ số bát phân sang 3 bit nhị phân tương ứng

Số Octal	0	1	2	3	4	5	6	7
Số nhị phân tương đương	000	001	010	011	100	101	110	111

Ví dụ: Biến đổi $(472)_8$ sang số nhị phân như sau:

4	7	2
↓	↓	↓
100	111	010

Vậy $(472)_8$ chuyển sang nhị phân là 100111010B.

➢ **Chuyển số nhị phân sang số bát phân.**

Phương pháp: nhóm từng 3 bit bắt đầu tại LSB, sau đó chuyển mỗi nhóm này sang số bát phân tương ứng (theo bảng chuyển đổi ở trên).

Ví dụ: chuyển 100111010B sang số bát phân

$$\underbrace{100}_{\downarrow}\ \underbrace{111}_{\downarrow}\ \underbrace{010}_{\downarrow}$$

$$(4\quad 7\quad 2)_8$$

Trường hợp các số nhị phân không đủ thành 1 nhóm 3 bits, ta thêm 1 hoặc 2 số 0 về bên trái của MSB.

Ví dụ: chuyển 11010110 sang số bát phân

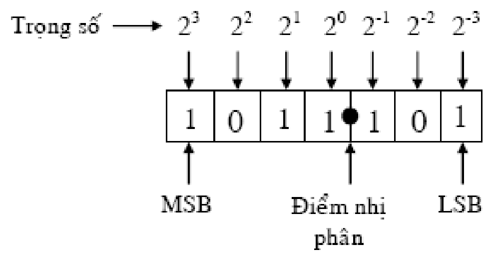
$$\underbrace{011}_{\downarrow}\ \underbrace{010}_{\downarrow}\ \underbrace{110}_{\downarrow}$$

$$(3\quad 2\quad 6)_8$$

IV. Hệ nhị phân (hệ cơ số 2)

Hệ nhị phân là hệ đếm mà trong đó chỉ sử dụng hai ký hiệu 0 và 1 để biểu diễn tất cả các số. Hai ký hiệu đó gọi chung là bít hoặc digit và nó đặc trưng cho mạch điện tử có hai trạng thái ổn định hay còn gọi là 2 trạng thái bền Flip-Flop (ký hiệu là FF).

Một chữ số nhị phân gọi là ***bit***.
Chuỗi 4 bit nhị phân gọi là ***nibble.***
Chuỗi 8 bit gọi là ***byte.***
Chuỗi 16 bit gọi là ***word.***
Chuỗi 32 bit gọi là ***double word***.



- Chữ số nhị phân bên phải nhất của chuỗi bit gọi là ***bit có ý nghĩa nhỏ nhất*** (***least significant bit – LSB***)
- Chữ số nhị phân bên trái nhất của chuỗi bit gọi là ***bit có ý nghĩa lớn nhất*** (***most significant bit – MSB***).
- Thường dùng chữ B cuối chuỗi bit để xác định đó là số nhị phân.

VD:

Xét số nhị phân 4 bit $a_3a_2a_1a_0$. Biểu diễn dưới dạng theo cơ số của nó là:

$$a_3a_2a_1a_0 = a_3.2^3+a_2.2^2+a_1.2^1+a_0.2^0$$

2^3, 2^2, 2^1, 2^0 (hay 8, 4, 2, 1) là các trọng số

a_0 là bit LSB

a_3 là bit MSB

Như vậy, với số nhị phân 4 bit $a_3a_2a_1$a0 mà trong đó mỗi chữ số a_i chỉ nhận được 2 giá trị {0,1}, lúc đó ta có 2^4 = 16 tổ hợp nhị phân.

Số thập phân	$a_3a_2a_1a_0$	Số thập lục phân
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

Khi biểu diễn số nhị phân nhiều bít trên máy tính thì thường để tránh sai sót, người ta thường biểu diễn thông qua số thập phân hoặc số thập lục phân, bát phân

$$\overbrace{1}^{1}\,\overbrace{0\,1\,1}^{3}\,\overbrace{1\,1\,1}^{7}\,\overbrace{0\,1\,1}^{3}\,\overbrace{1\,1\,1}^{7}\,\overbrace{1\,1\,0}^{6}$$

$$\underbrace{1\,0\,1\,1}_{B}\,\underbrace{1\,1\,1\,0}_{E}\,\underbrace{1\,1\,1\,1}_{F}\,\underbrace{1\,1\,1\,0}_{E}$$

Có thể biểu diễn: 137376_8, hoặc $BEFE_H$

1. Các phép toán số học trên số nhị phân:

a. Phép cộng:

0 + 0 = 0
0 + 1 = 1
1 + 0 = 1
1 + 1 = 0 nhớ 1

$$
\begin{array}{r}
{\scriptstyle 1\quad 1\quad 1\quad\;\;} \\
+\begin{array}{r} 1\;0\;1\;1\;1 \\ 1\;0\;1 \end{array} \\
\hline
1\;1\;1\;0\;0
\end{array}
$$

b. Phép trừ:

0 - 0 = 0
0 - 1 = 1 mượn 1
1 - 0 = 1
1 - 1 = 0

$$
\begin{array}{r}
{\scriptstyle -1\quad -1\quad -1\quad\;\;} \\
-\begin{array}{r} 1\;1\;0\;1\;0 \\ 1\;1\;1 \end{array} \\
\hline
1\;0\;0\;1\;1
\end{array}
$$

23

c. Phép nhân:

$$
\begin{array}{r}
\times\begin{array}{r} 1\;0\;1\;1 \\ 1\;0\;0\;1 \end{array} \\
\hline
1\;0\;1\;1 \\
+\quad 0\;0\;0\;0\; \\
0\;0\;0\;0\; \\
1\;0\;1\;1\; \\
\hline
1\;1\;0\;0\;0\;1\;1
\end{array}
$$

24

2. Mã nhị phân:

Mã: là các tổ hợp nhị phân được sử dụng trong loại mã nhị phân

a. Mã nhị phân cho số thập phân (BCD – Binary Coded Decimal)

Số thập phân	BCD (8 4 2 1)	BCD (2 4 2 1)	BCD quá 3	Mã 1 trong 10
0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 1 1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
1	0 0 0 1	0 0 0 1	0 1 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 1 0
2	0 0 1 0	0 0 1 0	0 1 0 1	0 0 0 0 0 0 0 1 0 0
3	0 0 1 1	0 0 1 1	0 1 1 0	0 0 0 0 0 0 1 0 0 0
4	0 1 0 0	0 1 0 0	0 1 1 1	0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
5	0 1 0 1	1 0 1 1	1 0 0 0	0 0 0 0 1 0 0 0 0 0
6	0 1 1 0	1 1 0 0	1 0 0 1	0 0 0 1 0 0 0 0 0 0
7	0 1 1 1	1 1 0 1	1 0 1 0	0 0 1 0 0 0 0 0 0 0
8	1 0 0 0	1 1 1 0	1 0 1 1	0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
9	1 0 0 1	1 1 1 1	1 1 0 0	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0

25

- Nếu mỗi chữ số của số thập phân được mô tả bằng số nhị phân tương ứng với nó, kết quả ta được 1 mã gọi là mã BCD, vì chữ số thập phân lớn nhất là 9, cần 4 bit để mã hóa.
- Các số 8,4,2,1 được gọi là trọng số của mã và được gọi là mã BCD 8-4-2-1.

Lưu ý:

- ✓ Mã BCD phải viết đủ 4 bit
- ✓ Sự tương ứng chỉ áp dụng cho số thập phân từ 0 đến 9 (số nhị phân từ 1010 đến 1111 của số nhị phân 4 bit không phải là số BCD)

VD:

$1941_{10} = 11110010101_2$

$1941 = 0001\ 1001\ 0100\ 0001_{BCD}$

Thập phân	BCD
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

b. Mã Gray: là mã nhị phân mà 2 giá trị liên tiếp nhau có tổ hợp bit biểu diễn chỉ khác nhau 1 bit

Giá trị	***Binary***	***Gray***
0	**0 0 0**	**0 0 0**
1	**0 0 1**	**0 0 1**
2	**0 1 0**	**0 1 1**
3	**0 1 1**	**0 1 0**
4	**1 0 0**	**1 1 0**

Đổi từ Binary sang Gray

1 0 1 1

1 0 1 1 0

Gray: 1 1 1 0 1

Đổi từ Gray sang Binary

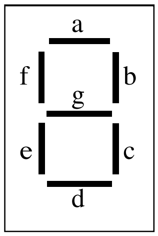
1 0 0 0

Gray: 1 1 0 0 1

1 0 0 0 1

28

c. Mã LED 7 đoạn:



Giá trị	a	b	c	d	e	f	g
0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	1	1	0	0	0	0
2	1	1	0	1	1	0	1
3	1	1	1	1	0	0	1
4	0	1	1	0	0	1	1
5	1	0	1	1	0	1	1
6	1	0	1	1	1	1	1
7	1	1	1	0	0	0	0
8	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	0	1	1

d. Mã 1 trong n:

là mã nhị phân n bit có mỗi từ mã chỉ có 1 bit là 1 (hoặc 0) và n-1 bit còn lại là 0 (hoặc 1)

Mã 1 trong 4:

1 0 0 0		0 1 1 1
0 1 0 0	*hoặc*	1 0 1 1
0 0 1 0		1 1 0 1
0 0 0 1		1 1 1 0

29

d. Mã ký tự ASCII:

		(Cột) $b_6b_5b_4$							
(Hàng)		000	001	010	011	100	101	110	111
$b_3b_2b_1b_0$	Hex	0	1	2	3	4	5	6	7
0000	0	NUL	DLE	SP	0	@	P	`	p
0001	1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	2	STX	DC2	”	2	B	R	b	r
0011	3	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	4	EOT	DC4	$	4	D	T	d	t
0101	5	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	6	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	7	BEL	ETB	’	7	G	W	g	w
1000	8	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1001	9	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1010	A	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	B	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1100	C	FF	FS	,	<	L	\	l	|
1101	D	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1110	E	SO	RS	.	>	N	^	n	~
1111	F	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

30

3. Số nhị phân có dấu :

3.1. Biểu diễn số có dấu:

a. Số có dấu theo biên độ (Signed_Magnitude):

- Bit MSB là bit dấu: 0 là số dương và 1 là số âm, các bit còn lại biểu diễn giá trị độ lớn

+13 : 0 1 1 0 1

- 13 : 1 1 1 0 1

- Phạm vi biểu diễn:

$$-(2^{n-1} - 1) \rightarrow +(2^{n-1} - 1)$$

31

b. Số bù_1 (1's Complement):

- Số bù_1 của 1 số nhị phân N có chiều dài n bit

$$Bù\_1 (N) = 2^n - 1 - N$$

Bù_1 (1 0 0 1) = 2^4 - 1 - 1 0 0 1
= 1 1 1 1 - 1 0 0 1
= 0 1 1 0

- Có thể lấy Bù_1 của 1 số nhị phân bằng cách lấy đảo từng bit của nó (0 thành 1 và 1 thành 0)

- Biểu diễn số có dấu bù_1:

* Số có giá trị dương:
bit dấu = 0, các bit còn lại biểu diễn độ lớn

* Số có giá trị âm:
lấy bù_1 của số dương có cùng độ lớn

- Phạm vi biểu diễn

$$-(2^{n-1} - 1) \rightarrow +(2^{n-1} - 1)$$

32

c. Số bù_2 (2's Complement):

- Số bù_2 của 1 số nhị phân N có chiều dài n bit cũng có n bit

$$Bù\_2\ (N) = 2^n - N = Bù\_1\ (N) + 1$$

Bù_2 (1 0 0 1) = 2^4 - 1 0 0 1

= 1 0 0 0 0 - 1 0 0 1

= 0 1 1 1

hoặc Bù_2 (1 0 0 1) = Bù_1 (1 0 0 1) + 1

= 0 1 1 0 + 1

= 0 1 1 1

33

- Biểu diễn số có dấu bù_2:

* Số có giá trị dương:

bit dấu = 0, các bit còn lại biểu diễn độ lớn

* Số có giá trị âm:

lấy bù_2 của số dương có cùng độ lớn

- Phạm vi biểu diễn số nhị phân có dấu n bit

$$-(2^{n-1}) \rightarrow +(2^{n-1} - 1)$$

Giá trị dương	Giá trị âm
000 = 0	**100 = - 4**
001 = + 1	**101 = - 3**
010 = + 2	**110 = - 2**
011 = + 3	**111 = - 1**

34

- Để tìm được giá trị của số âm:
  ta lấy bù_2 của nó; sẽ nhận được số dương có cùng biên độ

Số âm 1 1 0 0 0 1 có giá trị : ....- 15

Bù_2 (1 1 0 0 0 1) = 0 0 1 1 1 1   : + 15

- Mở rộng chiều dài bit số có dấu:
  số dương thêm các bit 0 và số âm thêm các bit 1 vào trước

- 3   : 1 0 1 = 1 1 1 0 1

- Lấy bù_2 hai lần một số thì bằng chính số đó

$-32 = -2^5$: 1 0 0 0 0 0

35

3.2. Các phép toán cộng trừ số có dấu:

- Thực hiện giống như số không dấu.
- Thực hiện trên toán hạng có cùng chiều dài bit, và kết quả cũng có cùng số bit
- Kết quả đúng nếu nằm trong phạm vi biểu diễn số có dấu.
  (nếu kết quả sai thì cần mở rộng chiều dài bit)

- 6	:	1 0 1 0	- 2	:	1 1 1 0
+ + 3	:	0 0 1 1	+ - 5	:	1 0 1 1
- 3	:	1 1 0 1	- 7	:	1 0 0 1

+ 4	:	0 1 0 0	→	0 0 1 0 0	
+ + 5	:	0 1 0 1	→	0 0 1 0 1	
- 7	:	1 0 0 1 *(Kq sai)*		0 1 0 0 1	: + 9 *(Kq đúng)*

36

	- 6	:	1 0 1 0
-	- 2	:	1 1 1 0
	- 4	:	1 1 0 0

	+ 2	:	0 0 1 0
-	- 5	:	1 0 1 1
	+ 7	:	0 1 1 1

	- 7	:	1 0 0 1	→	1 1 0 0 1
-	+ 5	:	0 1 0 1	→	0 0 1 0 1
	+ 4	:	0 1 0 0 *(Kq sai)*		1 0 1 0 0 : - 12 *(Kq đúng)*

Trừ với số bù_2: A – B = A + Bù_2 (B)

* Trừ với số không có dấu

	6	:	0 1 1 0	→		0 1 1 0
-	13	:	1 1 0 1	$\xrightarrow{\text{bù\_2:}}$	+	0 0 1 1
	- 7	:				1 0 0 1

* Trừ với số có dấu

	- 6	:	1 0 1 0	→		1 0 1 0
-	- 3	:	1 1 0 1	$\xrightarrow{\text{bù\_2:}}$	+	0 0 1 1
	- 3	:				1 1 0 1

IV. Cộng trừ số BCD:

A +B	**S = A + B**		**Nếu tổng $S_i \geq 10$ hoặc có bit nhớ $C_i = 1$, thì hiệu đính S_i :** ***$S_i = S_i + 6$ và $S_{i+1} = S_{i+1} + C_i$***
A - B	**D = A – B = A + Bù_2(B) (Kết quả bỏ bit C_n)**	**$C_n = 1$: kết quả là số dương (A≥B)**	**Nếu $C_i = 1$ thì không hiệu đính**
			Nếu $C_i = 0$ thì hiệu đính D_i : ***$D_i = D_i + 10$***
		$C_n = 0$: kết quả là số âm (A<B) Lấy bù kết quả	**Nếu $C_i = 1$ thì hiệu đính D_i :** ***$D_i = D_i + 6$***
			Nếu $C_i = 0$ thì không hiệu đính

29 : 0 0 1 0   1 0 0 1
\+ 55 : 0 1 0 1   0 1 0 1
0 1 1 1   1 1 1 0
0 1 1 0
84 : 1 0 0 0   0 1 0 0

1
28 : 0 0 1 0   1 0 0 0
\+ 19 : 0 0 0 1   1 0 0 1
0 1 0 0   0 0 0 1
0 1 1 0
47 : 0 1 0 0   0 1 1 1

29 : 0 0 1 0   1 0 0 1 ⟶ 0 0 1 0   1 0 0 1
\- 55 : 0 1 0 1   0 1 0 1 ⟶ + 1 0 1 0   1 0 1 1

1
0 0 1 0   1 0 0 1
\+ 1 0 1 0   1 0 1 1
1 1 0 1   0 1 0 0
0 1 1 0
-26 : 1 1 0 1   1 0 1 0
0 0 1 0   0 1 1 0